

Monitoring Perubahan Lahan Terbangun Menggunakan Algoritma NDBI di Kecamatan Kabila Kabupaten Bone Bolango

Egitya Saputra Djafar¹, Fitryane Lihawa¹, Sri Maryati^{1*}

¹ Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo

*e-mail: sri.maryati@ung.ac.id

Abstract

This study analyzes changes in built-up areas in Kabila District, Bone Bolango Regency, using the Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) derived from Landsat 8 imagery from 2017, 2020, and 2023. Multitemporal satellite data were processed using ArcGIS to calculate NDBI values and map the spatial distribution of built-up land. NDBI values increased from 0.143 in 2017 to 0.132 in 2020, and continued to rise in 2023. Built-up areas expanded from 512.35 hectares (40.96%) in 2017 to 546.18 hectares (43.62%) in 2020, and reached 570.35 hectares (45.6%) in 2023. The expansion mainly occurred in the central and southern areas, indicating urban growth and land conversion from agricultural to residential use. This shift potentially contributes to higher surface temperatures and reduced thermal comfort. The study highlights the importance of spatial data in monitoring urban development and provides essential input for sustainable and adaptive spatial planning in response to increasing development pressures.

Keywords: NDBI; Built-up Area; Landsat 8; Urbanization

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan kawasan terbangun di Kecamatan Kabila, Kabupaten Bone Bolango, menggunakan algoritma Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) berdasarkan citra Landsat 8 tahun 2017, 2020, dan 2023. Data diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk menghitung nilai indeks dan memetakan distribusi spasial kawasan terbangun. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai NDBI dari 0,143 pada tahun 2017, menjadi 0,132 pada 2020, dan naik kembali pada 2023. Luas kawasan terbangun bertambah dari 512,35 hektar (40,96%) pada tahun 2017 menjadi 546,18 hektar (43,62%) pada tahun 2020, dan mencapai 570,35 hektar (45,6%) pada tahun 2023. Perubahan ini mencerminkan intensifikasi proses urbanisasi dan alih fungsi lahan non-terbangun, terutama di wilayah tengah dan selatan. Dampaknya berpotensi meningkatkan suhu permukaan dan menurunkan kenyamanan termal. Oleh karena itu, hasil ini penting untuk mendukung perencanaan tata ruang yang berkelanjutan dan adaptif terhadap tekanan pembangunan.

Kata kunci: NDBI; Kawasan Terbangun; Landsat 8; Urbanisasi

1. PENDAHULUAN

Urbanisasi merupakan fenomena global yang mendorong pertumbuhan wilayah terbangun di berbagai kawasan, terutama pada wilayah-wilayah berkembang. Proses ini memicu perubahan penggunaan lahan secara signifikan, ditandai dengan alih fungsi lahan vegetasi menjadi permukiman, pusat perdagangan, maupun infrastruktur lainnya. Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi besar-besaran telah memicu berbagai permasalahan global seperti kemiskinan, kemacetan, dan pengangguran yang terus berulang (Ernawati, 2010). Perubahan penggunaan lahan tersebut turut menekan ketersediaan ruang terbuka hijau dan meningkatkan risiko gangguan terhadap lingkungan seperti pencemaran dan degradasi kualitas lingkungan.

Dampak dari perubahan penggunaan lahan tidak hanya terlihat pada aspek fisik wilayah, tetapi juga berimplikasi serius terhadap kualitas lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam. (Irsan et al., 2024) menyebutkan bahwa perubahan fungsi lahan yang tidak teratur dan terkendali dapat menurunkan kualitas lingkungan, merusak ekosistem, serta mengurangi ketersediaan sumber daya alam. Penggunaan lahan yang sesuai peruntukannya penting untuk menjaga kelestarian lingkungan, sedangkan penggunaan yang tidak tepat dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan membahayakan kehidupan manusia (Trimarwanti, 2014). Menurut (Putri & Supriyo, 2023), penerapan aturan penggunaan lahan yang efektif merupakan kunci untuk optimalisasi pemanfaatan lahan dan pengendalian pembangunan perkotaan.

Dalam konteks pembangunan wilayah, tekanan terhadap lahan semakin meningkat seiring bertambahnya kebutuhan ruang untuk mendukung aktivitas perkotaan. Mengacu pada (Razak &

Fardani, 2023), kebutuhan lahan untuk fasilitas perkotaan mendorong alih fungsi lahan dari kawasan non-terbangun menjadi lahan terbangun. Menurut (Chairuman et al., 2023), urbanisasi yang masif telah mendorong perubahan penggunaan lahan dan peningkatan kawasan terbangun, yang turut menyebabkan kenaikan suhu di berbagai kota besar di Indonesia. Kondisi ini menunjukkan bahwa urbanisasi tidak hanya berdampak pada perubahan fisik kota, tetapi juga menimbulkan konsekuensi lingkungan yang memerlukan pengelolaan ruang yang bijak dan berkelanjutan.

Berbagai studi menunjukkan bahwa urbanisasi yang tidak terkelola dengan baik dapat memicu beragam dampak lingkungan, memengaruhi kenyamanan hidup masyarakat, serta menekan daya dukung wilayah secara keseluruhan. Pertumbuhan penduduk di wilayah perkotaan turut menimbulkan implikasi terhadap persoalan lingkungan dan sosial (Mardiansjah et al., 2018). Menurut (Rahma et al., 2023), lingkungan dengan kepadatan populasi dan aktivitas yang tinggi dapat memengaruhi iklim mikro di dalam maupun di sekitar kawasan tersebut. Penurunan kualitas kawasan pusat kota menjadi permasalahan serius yang dihadapi oleh banyak kota di dunia (Handayani et al., 2023). Hasil penelitian (Novianti et al., 2024) menunjukkan berkurangnya tutupan vegetasi mengurangi kemampuan lahan menyerap karbon dioksida dan mengatur suhu, sehingga menyebabkan peningkatan suhu permukaan tanah. (Hermawan, 2015) juga menyatakan alih fungsi lahan menyebabkan perubahan kualitas lingkungan, termasuk perubahan iklim mikro yang ditandai dengan suhu udara perkotaan lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya. Penelitian (Lasaiba, 2024) menyimpulkan bahwa urbanisasi mendorong konversi lahan hijau menjadi kawasan perkotaan, yang berdampak pada penurunan kualitas udara, risiko banjir, degradasi tanah, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Penggunaan lahan perkotaan yang mengabaikan perencanaan ruang menyebabkan ketidakaturan fungsi dan penurunan kualitas lingkungan (Prihatin, 2015).

Perubahan spasial akibat urbanisasi dapat diamati lebih jelas pada wilayah penyangga perkotaan yang mengalami tekanan pembangunan, seperti yang terjadi di Kecamatan Kabila, Kabupaten Bone Bolango. Perubahan spasial akibat urbanisasi dapat diamati lebih jelas pada wilayah penyangga seperti Kecamatan Kabila, Kabupaten Bone Bolango, yang berbatasan langsung dengan Kota Gorontalo. Sebagai kawasan penyangga yang selama ini dikenal sebagai salah satu lumbung beras dari lahan-lahan pertaniannya, Kecamatan Kabila kini menghadapi tantangan baru. Pertumbuhan penduduk, kebutuhan permukiman, dan pembangunan fasilitas sosial ekonomi mendorong berkembangnya perumahan-perumahan baru di berbagai sudut wilayah. Meski mendukung perkembangan wilayah, perubahan ini juga berdampak pada berkurangnya lahan produktif dan meningkatnya tekanan terhadap daya dukung lingkungan.

Lonjakan jumlah penduduk akibat urbanisasi memicu meningkatnya kebutuhan akan ruang permukiman dan aktivitas ekonomi, yang pada akhirnya menyebabkan kepadatan bangunan di kawasan perkotaan terus bertambah. Akibatnya, banyak wilayah mengalami penurunan tutupan vegetasi karena lahan hijau dikonversi menjadi kawasan terbangun. Kawasan dengan kepadatan permukiman tinggi kerap menghadapi permasalahan lingkungan, kekurangan ruang terbuka, serta tekanan terhadap sumber daya alam (Latue et al., 2023). Penelitian (Aldzahabi et al., 2024) menyimpulkan penurunan kerapatan vegetasi dan peningkatan kepadatan lahan terbangun berkontribusi terhadap kenaikan suhu permukaan akibat berkurangnya lahan hijau. Di sisi lain, keberadaan material buatan seperti beton dan aspal di wilayah perkotaan menyebabkan panas lebih mudah diserap dan disimpan dibandingkan oleh vegetasi alami. Kondisi ini memicu perubahan iklim mikro yang berdampak pada penurunan kenyamanan termal bagi masyarakat.

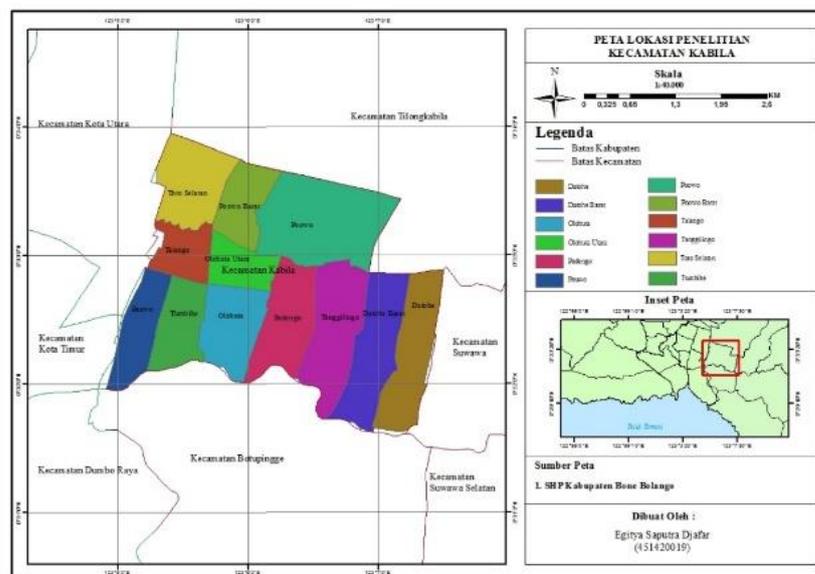
Pemantauan perubahan kerapatan bangunan secara spasial dan temporal menjadi langkah penting dalam merespons dinamika penggunaan lahan di wilayah perkotaan. Pemantauan ini diperlukan sebagai dasar dalam merumuskan kebijakan pembangunan yang berkelanjutan dan berbasis data. (Hidayati et al., 2018) menyatakan bahwa data penginderaan jauh berperan penting dalam mengekstraksi informasi penggunaan lahan di wilayah perkotaan. Salah satu metode yang dinilai efektif dalam menganalisis kawasan terbangun adalah algoritma *Normalized Difference Built-Up Index* (NDBI). Algoritma ini memanfaatkan perbandingan antara nilai spektral *Near-Infrared* (NIR) dan *Shortwave Infrared* (SWIR) untuk mengidentifikasi area terbangun. NDBI merupakan transformasi indeks yang efektif dalam mengidentifikasi area terbangun dan mengukur kepadatan bangunan di wilayah perkotaan (Noviansyah et al., 2023). Selain mendeteksi keberadaan lahan terbangun, metode ini juga mampu mengklasifikasikan tingkat kerapatan bangunan dalam suatu wilayah (Deffry & Mataburu, 2024).

Metode NDBI dinilai lebih cepat dan akurat dibandingkan metode lain dalam menganalisis kepadatan bangunan (Rosyadi & Azahra, 2020). Selain itu, hasil analisis kepadatan bangunan menggunakan NDBI dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi dampak lingkungan seperti peningkatan suhu, penurunan kualitas udara, dan berkurangnya daya dukung lahan. Hasil penelitian (Nursyahbani & Pigawati, 2015) menyebutkan tingginya tingkat kepadatan bangunan berdampak pada berkurangnya vegetasi dan ruang terbuka hijau di lokasi penelitian. Temuan ini sejalan dengan (Susetyo et al., 2024) bahwa perkembangan lahan terbangun akibat pergerakan manusia di wilayah perkotaan perlu mendapat perhatian khusus dari berbagai pihak.

Perubahan penutup lahan yang terus terjadi di kawasan perkotaan membutuhkan adanya pemahaman yang lebih baik terhadap data dan informasi kepadatan bangunan di suatu wilayah. Informasi tentang kepadatan ini penting untuk membantu perencanaan pembangunan agar tetap menjaga keberlanjutan lingkungan. Data hasil analisis tidak hanya menunjukkan perubahan secara visual, tetapi juga dapat digunakan untuk mengenali dampak lingkungan seperti meningkatnya suhu permukaan, menurunnya kualitas udara dan air, serta berkurangnya daya dukung lahan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi spasial yang dapat memantau perubahan penutup lahan dan kepadatan bangunan secara berkala menjadi sangat penting untuk perencanaan wilayah berbasis lingkungan. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan gambaran spasial dan temporal perubahan kepadatan bangunan di Kecamatan Kabila dari tahun 2017 hingga 2023 dengan menggunakan algoritma NDBI. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat untuk mendukung perencanaan tata ruang dan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah administratif Kecamatan Kabila, yang terletak di Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Kecamatan ini secara geografis memiliki posisi strategis sebagai kawasan penyangga ibu kota provinsi, yaitu Kota Gorontalo. Kecamatan Kabila berbatasan di sebelah utara dengan Kecamatan Tilongkabila, sebelah timur dan sisi selatan berbatasan dengan Kecamatan Suwawa serta Kecamatan Botupingge, sedangkan di sebelah barat berbatasan langsung dengan wilayah Kota Gorontalo. Letak ini menjadikan Kecamatan Kabila sebagai salah satu kawasan yang mengalami tekanan pembangunan cukup tinggi akibat perluasan aktivitas kota. Peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 *Operational Land Imager* (OLI) yang diperoleh dari platform *United States Geological Survey* (USGS). Citra satelit yang digunakan mencakup tiga periode yaitu tahun 2017, 2020, dan 2023. Data ini dipilih untuk memberikan gambaran mengenai perubahan lahan terbangun pada tahun tersebut. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* untuk menghitung nilai NDBI. Rumus NDBI adalah sebagai berikut:

Penelitian ini memanfaatkan data citra satelit Landsat 8 dengan sensor Operational Land Imager (OLI) yang diunduh melalui platform *United States Geological Survey (USGS)*. Citra satelit yang digunakan mencakup tiga periode waktu, yaitu tahun 2017, 2020, dan 2023, yang dipilih untuk merepresentasikan dinamika perubahan lahan terbangun dalam rentang waktu tersebut. Proses pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS, dengan fokus utama pada perhitungan nilai *Normalized Difference Built-Up Index (NDBI)*. Indeks ini dihitung menggunakan rumus NDBI menurut (Zha et al., 2003) sebagai berikut:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

Keterangan:

SWIR = Saluran *Shortwave Infrared*

NIR = Saluran *Near Infrared*)

Nilai NDBI yang dihasilkan diklasifikasikan menjadi empat kelas kategori mengacu pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai NDBI

No	Nilai Indeks	Kerapatan
1	-1 – 0	Non permukiman
2	0 – 0,1	Permukiman jarang
3	0,1 – 0,2	Permukiman rapat
4	0,2 – 0,3	Permukiman sangat rapat

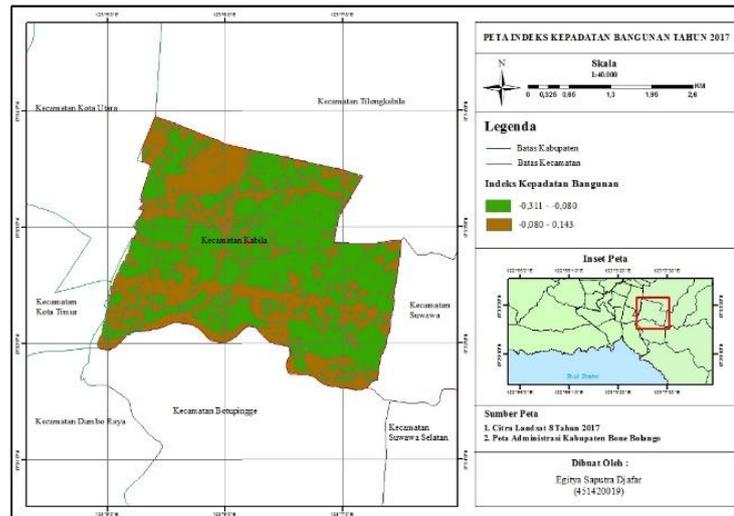
Sumber : (Hendrawan et al., 2020)

Hasil pengolahan data divisualisasikan dalam bentuk peta untuk menunjukkan distribusi spasial kawasan terbangun di Kecamatan Kabila pada setiap periode penelitian. Visualisasi ini memungkinkan analisis perbandingan antar tahun secara lebih detail, sehingga perubahan pola dan luasan kawasan terbangun dapat diamati secara jelas dari waktu ke waktu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

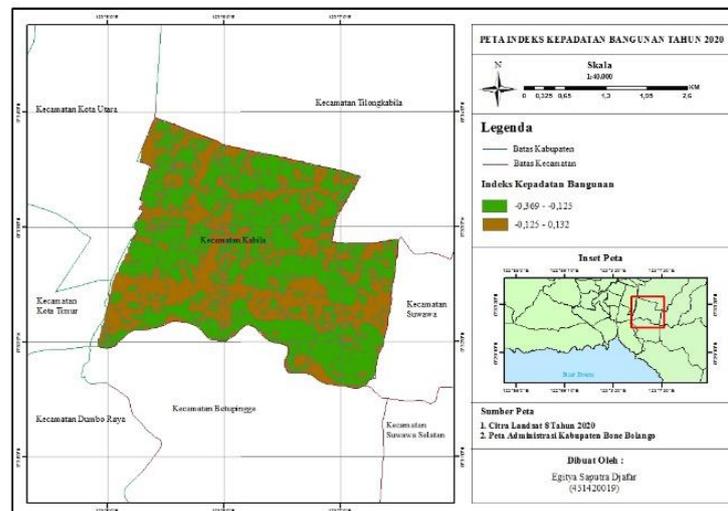
Analisis kawasan terbangun menggunakan algoritma *Normalized Difference Built-Up Index (NDBI)* dalam penelitian ini bertujuan untuk melihat dinamika perubahan lahan terbangun di Kecamatan Kabila pada tiga periode waktu, yaitu tahun 2017, 2020, dan 2023. Analisis ini dilakukan dengan memanfaatkan citra satelit multitemporal Landsat 8 OLI yang diolah secara sistematis untuk menghasilkan indeks NDBI pada setiap tahun pengamatan. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi konversi lahan dari kawasan non-permukiman menjadi kawasan terbangun, serta untuk mengevaluasi sejauh mana perluasan permukiman terjadi selama kurun waktu tersebut.

Perubahan kawasan terbangun yang terjadi dari tahun ke tahun menunjukkan dinamika pembangunan yang cukup aktif di Kecamatan Kabila. Indeks NDBI yang dihasilkan dari pengolahan citra satelit memungkinkan identifikasi wilayah mana saja yang mengalami peningkatan intensitas bangunan dan konversi fungsi lahan. Dengan menggunakan pendekatan ini, analisis tidak hanya memberikan gambaran numerik terhadap luas kawasan terbangun, tetapi juga membantu memetakan distribusi spasialnya secara lebih akurat. Melalui hasil ini, dapat diidentifikasi wilayah-wilayah yang menjadi pusat pertumbuhan, arah ekspansi permukiman, serta area yang mengalami tekanan alih fungsi lahan yang paling tinggi. Visualisasi peta kawasan terbangun dari setiap periode memberikan informasi yang sangat penting dalam mengamati pola dan laju perkembangan wilayah serta sebagai dasar dalam evaluasi tata ruang. Peta hasil analisis NDBI Kecamatan Kabila tahun 2017, tahun 2020, dan tahun 2023 ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



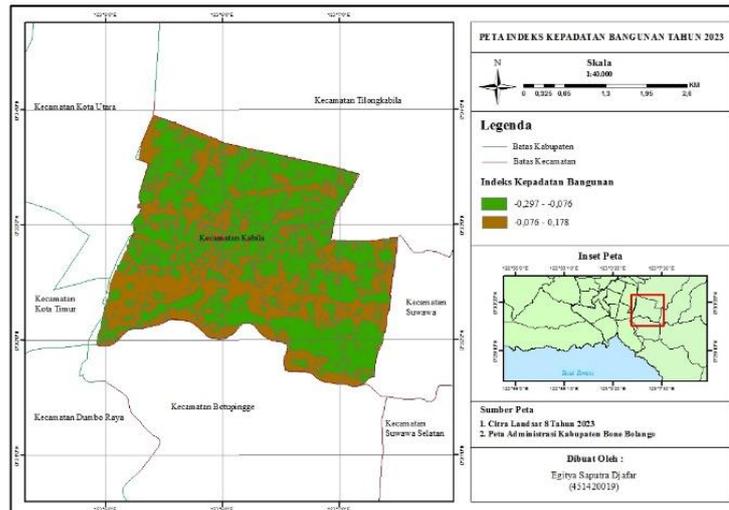
Gambar 2. Peta Kepadatan Bangunan Kecamatan Kabila Tahun 2017

Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 menggambarkan perubahan spasial kawasan terbangun di Kecamatan Kabila selama periode tahun 2017, 2020, dan 2023. Visualisasi ini disajikan dengan indikator warna hijau yang merepresentasikan kawasan non-terbangun dan warna coklat yang menunjukkan area terbangun. Gambar 2 memperlihatkan kondisi pada tahun 2017, di mana kawasan non-terbangun masih mendominasi sebagian besar wilayah Kecamatan Kabila. Hal ini mengindikasikan bahwa tutupan lahan saat itu masih didominasi oleh vegetasi alami seperti lahan pertanian, semak belukar, dan lahan kosong. Meskipun demikian, nilai NDBI yang mencapai 0,143 menunjukkan adanya indikasi awal perkembangan kawasan terbangun, yang tersebar secara sporadis pada beberapa titik. Sebaran kawasan terbangun terlihat mulai muncul di bagian tengah dan sebagian kecil wilayah barat, yang merupakan area permukiman inti dan jalur akses utama.



Gambar 3. Peta Kepadatan Bangunan Kecamatan Kabila Tahun 2020

Gambar 3 menunjukkan hasil analisis kawasan terbangun di Kecamatan Kabila pada tahun 2020. Pada periode ini, terjadi pergeseran rentang nilai NDBI, yaitu dari -0,369 hingga -0,125 untuk kawasan non-terbangun dan -0,125 hingga 0,132 untuk kawasan terbangun. Pergeseran ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam intensitas pembangunan dibandingkan tahun 2017. Sebaran kawasan terbangun tidak lagi hanya terpusat di bagian tengah dan barat, tetapi mulai meluas ke bagian selatan dan barat daya wilayah. Pola ini mencerminkan adanya ekspansi permukiman dan infrastruktur yang lebih masif, sejalan dengan meningkatnya aktivitas pembangunan di Kecamatan Kabila. Kawasan non-terbangun mulai mengalami tekanan alih fungsi lahan, terutama di area yang berdekatan dengan pusat pertumbuhan.



Gambar 4. Peta Kepadatan Bangunan Kecamatan Kabila Tahun 2023

Gambar 4 memperlihatkan distribusi kawasan terbangun di Kecamatan Kabila pada tahun 2023. Berdasarkan hasil analisis NDBI, terlihat bahwa kawasan terbangun semakin meluas dan persebarannya lebih merata dibandingkan dua periode sebelumnya. Area permukiman tidak lagi terkonsentrasi di bagian tengah atau barat saja, tetapi telah menyebar ke bagian selatan dan barat daya wilayah. Ekspansi ini menunjukkan adanya perluasan pembangunan yang signifikan, terutama pada wilayah yang sebelumnya didominasi oleh lahan terbuka dan pertanian. Peta kepadatan bangunan Kecamatan Kabila tahun 2023 juga memperlihatkan peningkatan kerapatan bangunan di sejumlah titik, yang tercermin dari bertambahnya intensitas warna cokelat pada peta. Hal ini mengindikasikan tumbuhnya area permukiman baru dan semakin padatnya struktur ruang di wilayah-wilayah yang sebelumnya masih jarang terbangun.

Tabel 2 menyajikan hasil klasifikasi kawasan berdasarkan nilai NDBI untuk masing-masing tahun observasi. Data ini memberikan gambaran tentang sebaran dan perubahan proporsi lahan terbangun dan non-terbangun secara lebih terukur.

Tabel 2. Hasil Analisis NDBI

No	Rentang Nilai NDBI	2017		2020		2023	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
1	-1 – 0	738,60	59,4	706,26	56,38	680,72	54,41
2	0 – 0,1	512,35	40,96	546,18	43,62	570,35	45,6

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2 menandakan adanya tren urbanisasi yang cukup berkembang di Kecamatan Kabila. Perubahan ini memerlukan kajian lanjutan untuk memahami dampaknya terhadap lingkungan, termasuk terhadap suhu permukaan tanah dan kualitas hidup masyarakat. Perbandingan data antara tahun 2017 dan 2020 menunjukkan adanya perubahan signifikan dalam penggunaan lahan, khususnya peralihan dari kawasan non-terbangun menjadi kawasan terbangun. Pada tahun 2017, kawasan non-terbangun masih mendominasi dengan luasan mencapai 738,60 hektar atau sekitar 59,4% dari total wilayah Kecamatan Kabila. Namun pada tahun 2020, angka ini menurun menjadi 706,26 hektar, seiring dengan bertambahnya kawasan terbangun akibat pertumbuhan penduduk dan pembangunan infrastruktur yang cukup pesat. Hal ini mencerminkan meningkatnya kebutuhan terhadap lahan permukiman dan fasilitas pendukung lainnya.

Perubahan terus berlanjut pada tahun 2023, di mana kawasan non-terbangun kembali mengalami penurunan yang cukup signifikan menjadi 680,72 hektar. Alih fungsi lahan menjadi kawasan terbangun semakin meluas, mengindikasikan adanya ekspansi permukiman ke wilayah-wilayah yang sebelumnya berupa lahan pertanian atau lahan terbuka lainnya. Luas kawasan terbangun yang mencapai 570,35 hektar pada tahun 2023 menunjukkan bahwa urbanisasi di Kecamatan Kabila berlangsung semakin intensif, seiring dengan penambahan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan ruang.

Selain luasan, distribusi spasial kawasan terbangun di Kecamatan Kabila juga menunjukkan pola yang berbeda pada setiap periode. Pada tahun 2017, kawasan permukiman terkonsentrasi di wilayah tengah dan barat, sedangkan sebagian besar wilayah lainnya masih ditutupi oleh vegetasi alami. Memasuki tahun 2020, distribusi kawasan terbangun meluas ke arah selatan dan barat daya, sejalan dengan peningkatan aktivitas pembangunan dan pengembangan jaringan infrastruktur. Tren ini terus berlanjut pada tahun 2023, di mana perubahan fungsi lahan menjadi semakin nyata di hampir seluruh bagian wilayah.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa Kecamatan Kabila sedang berada dalam fase transisi dari kawasan yang didominasi oleh lahan non-terbangun menjadi kawasan dengan intensitas pembangunan yang semakin tinggi. Perubahan ini ditandai dengan meningkatnya luas dan persebaran kawasan terbangun, ekspansi permukiman, serta meningkatnya kerapatan bangunan di beberapa titik. Tren kenaikan nilai NDBI dari tahun ke tahun mengindikasikan bahwa proses urbanisasi di wilayah ini berlangsung secara berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan yang signifikan dalam distribusi kawasan terbangun di Kecamatan Kabila selama periode 2017 hingga 2023. Berdasarkan hasil analisis citra satelit Landsat 8 menggunakan algoritma *Normalized Difference Built-Up Index (NDBI)*, diketahui bahwa persentase kawasan terbangun meningkat dari 40,96% pada tahun 2017 menjadi 43,62% pada tahun 2020, dan terus bertambah hingga mencapai 45,6% pada tahun 2023. Peningkatan ini mencerminkan laju urbanisasi yang cukup pesat di wilayah Kecamatan Kabila, yang dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah penduduk dan meningkatnya kebutuhan terhadap lahan untuk permukiman serta infrastruktur pendukung. Proses urbanisasi ini berdampak langsung pada penurunan luas kawasan non-terbangun, yang sebagian besar merupakan lahan pertanian dan ruang terbuka hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldzahabi, M. A., Abrari, F. H., & Wibowo, A. F. (2024). Identifikasi Pengaruh Vegetasi dan Kepadatan Bangunan Kabupaten Klaten Terhadap Perubahan Suhu Melalui Citra Landsat-8 LST, NDVI, dan NDBI. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(1).
- Chairuman, M., Wihadanto, A., & Rusdiyanto, E. (2023). Perubahan penggunaan lahan Perkotaan dan fenomena urban heat island di Kota Tangerang Selatan. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 7(2), 142. <https://doi.org/10.32522/ujht.v7i2.10375>
- Deffry, M., & Mataburu, I. B. (2024). Pemetaan kerapatan bangunan pada tahun 2018 dan 2023 menggunakan Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) di Kota Sukabumi. *Jurnal Sains Geografi*, 2(1).
- Ernawati, A. (2010). Perencanaan Superblok Sebagai Model Pengembangan Pembangunan Pusat Kota Bekasi. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*, 3(1).
- Handayani, W., Mardiansjah, F. H., & Febriyanto, A. F. (2023). Karakteristik dan Tipologi Perubahan di Kawasan Pusat Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 17(1), 15–24. <https://doi.org/10.35475/ripteck.v17i1.167>
- Hendrawan, Marzuki, Muliadi, & Azhari, A. P. (2020). Sebaran Lahan Terbangun Berdasarkan Normalized Difference Built-up Index Citra Landsat 8 di Kota Mataram. *SainsTech Innovation Journal*, 3(1), 35–40. <https://doi.org/10.37824/sij.v3i1.2020.191>
- Hermawan, E. (2015). Fenomena Urban Heat Island (UHI) Pada Beberapa Kota Besar di Indonesia Sebagai Salah Satu Dampak Perubahan Lingkungan Global. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 7(1).
- Hidayati, I. N., Suharyadi, R., & Danoedoro, P. (2018). Kombinasi Indeks Citra untuk Analisis Lahan Terbangun dan Vegetasi Perkotaan. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 24. <https://doi.org/10.22146/mgi.31899>
- Irsan, L. M., Hasanah, N., Musyawah, R., Garusu, E. H., & Aldiansyah, S. (2024). Analisis Transformasi Lahan Menggunakan Citra Satelit Landsat Multi Temporal. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 9(1).

- Lasaiba, M. A. (2024). The Dynamics of Land Use Change in Metropolitan Areas: The Impact of Urbanization and Sustainable Management Strategies. *Jurnal Jendela Pengetahuan*, 17(2), 213–227. <https://doi.org/10.30598/jp17iss2pp213-227>
- Latue, P., Christi, Manakane, S. E., & Rakuasa, H. (2023). Analisis Perkembangan Kepadatan Permukiman di Kota Ambon Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Metode Kernel Density. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(1), 26–34. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i1.272>
- Mardiansjah, F. H., Handayani, W., & Setyono, J. S. (2018). Pertumbuhan Penduduk Perkotaan dan Perkembangan Pola Distribusinya pada Kawasan Metropolitan Surakarta. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 6(3), 215. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.3.215-233>
- Noviansyah, D., Hermawan, E., & Kamila, N. (2023). Analisis Pola Distribusi Spasial Keterkaitan Kepadatan Penduduk dan Kerapatan Bangunan Melalui Google Earth Engine Menggunakan Metode Normalized Difference Built-Up Index. *INFOTECH journal*, 9(2), 549–562. <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i2.7001>
- Novianti, T. C., Samri, A. S., & Nisa, S. (2024). Analisis Urban Heat Island Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 di Kota Tangerang. *Journal of Plano Studies*, 1(1), 12–20. <https://doi.org/10.36982/jops.v1i1.4065>
- Nursyahbani, R., & Pigawati, B. (2015). Kajian Karakteristik Kawasan Pemukiman Kumuh di Kampung Kota (Studi Kasus: Kampung Gandekan Semarang). *Jurnal Teknik PWK*, 4(2).
- Prihatin, R. B. (2015). Alih Fungsi Lahan di Perkotaan (Studi Kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105–118. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v6i2.507>
- Putri, A., & Supriyo, A. (2023). Implementasi Kebijakan Penataan Ruang Dalam Upaya Penataan Permukiman Kumuh Di Kota Surabaya. *Seminar Nasional Hukum Dan Pancasila*. Seminar Nasional Hukum dan Pancasila, Surabaya.
- Rahma, D. E., Rinando, J. P. A., Malik, M. Z., Afifah, N., Gunawan, S., & Utaya, S. (2023). Pengaruh Kondisi Lingkungan Fisik Terhadap Perubahan Suhu Udara Di Universitas Negeri Malang. *Jurnal MIPA dan Pembelajarannya*, 3(4).
- Razak, F., & Fardani, I. (2023). Klasifikasi Tutupan Lahan Multitemporal Menggunakan Metode Random Forest di Kota Bekasi. *Bandung Conference Series: Urban & Regional Planning*, 3(2), 636–646. <https://doi.org/10.29313/bcsurp.v3i2.8776>
- Rosyadi, A., & Azahra, M. F. (2020). Pemetaan Presentase Kepadatan Bangunan Menggunakan Model Regresi Berdasarkan Citra Landsat 8 (Studi Kasus Kota Bandung). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 2(1), 7–12. <https://doi.org/10.12962/jpji.v2i1.261>
- Susetyo, J. A., Rachmadian, R. H., Lestari, H. D., Cendikia, R., Marshanda, U. F., & Bachri, S. (2024). Evaluasi dan Penilaian Kepadatan Bangunan Perkotaan menggunakan Analisis Spasial NDBI di Kota Malang Jawa Timur. *Media Komunikasi Geografi*, 25(2).
- Trimarwanti, T. K. E. (2014). Evaluasi Perubahan Penggunaan Lahan Kecamatan di Daerah Aliran Sungai Cisadane Kabupaten Bogor. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 10(1).
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>